

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA DE CHIMIE APLICATĂ ȘI ȘTIINȚA MATERIALELOR

**Contribuții la studiul și controlul degradărilor prin coroziune
ale structurilor din beton armat**

Autor: Ing. Carmen LINGVAY
Conducător științific: Prof. dr. ing. Teodor VIȘAN

Deteriorarea structurilor din beton armat prin coroziunea armăturii reprezintă o problemă extrem de importantă din punctul de vedere al siguranței și economic. Teza are ca obiective: (1) studiul mecanismelor de degradare, (2) dezvoltarea unor tehnici și proceduri pentru evaluarea și monitorizarea stării de degradare a structurii, (3) proiectarea, implementarea și testarea unui sistem eficient de electroprotecție a structurii.

În experimentele de laborator, probele cilindrice studiate au avut încastrate bare de oțel în beton, compactat și turnat prin vibrație. După maturare, probele au fost imersate în soluție 0,1% NaCl și polarizate 22 zile folosind curent continuu (polarizare anodică sau catodică) și alternativ, pentru a simula curenții de dispersie „vagabonzi”. Din curbele de polarizare Tafel și din spectroscopia de impedanță electrochimică a fost calculată viteza de coroziune a oțelului din armătură. S-a studiat, de asemenea, evoluția proprietăților fizice (rezistivitatea electrică volumică, rezistența mecanică la despicare) și chimice (pH, conținutul în Ca, Mg, Al, Fe, Cl⁻ și SO₄²⁻) ale betonului supus acțiunii curenților de dispersie. Toate datele obținute arată că cea mai importantă cauză a degradării este scăderea alcalinității (pH, Ca, Mg), precum și penetrarea ionilor Cl⁻. În timpul polarizării anodice și a componentei anodice a curentului alternativ, coroziunea oțelului conduce la crăparea și dezmembrarea stratului de beton de pe armătură. Excesul de polarizare catodică este de asemenea periculos.

Măsurările „pe teren” se referă la structuri reale reprezentative (studii de caz): (1) tunelurile subterane ale metroului; (2) structuri expuse simultan atmosferei și liniilor de înaltă tensiune: stâlpii de la o stație de transformare 110/20 kV, tuneluri ale rețelei de cale ferată, poduri peste linia de tren (construite din beton precomprimat). S-au propus modele fizico-chimice pentru degradarea structurilor de metrou sau expuse în atmosferă, ținând cont de acțiunea concertată a perturbațiilor atmosferice și electromagnetice.

În final, teza prezintă proiectarea și aplicarea unui sistem de electroprotecție a tunelelor de metrou, cu diminuarea curenților de dispersie generați de trenurile de metrou și de tramvaie, evitând trecerea curenților printr-o conductă subterană învecinată (conductă de gaze naturale).

UNIVERSITY “POLITEHNICA” OF BUCHAREST
FACULTY OF APPLIED CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE

**Contributions to the study and control of degradations
by corrosion of reinforced concrete structures**

Author: Eng. Carmen LINGVAY
Scientific supervisor: Prof. dr. eng. Teodor VISAN

The deterioration of reinforced concrete structures caused by reinforcing corrosion is a crucial problem from both the safety and economical point of view. This thesis focuses on (1) studying mechanisms of degradation, (2) developing techniques and procedures for evaluating and monitoring the degradation state of structure, and (3) design, implementation and testing of an efficient system for structure electroprotection.

During laboratory experiments, the studied cylindrical samples had steel bars embedded in concrete, compacted and casted by vibration. After the specimens were cured, they were immersed in 0.1% NaCl solution and polarized for 22 days using D.C. (anodic and cathodic) and A.C. currents, that simulate the stray currents. The corrosion rate was calculated using Tafel polarization curves and electrochemical impedance spectroscopy. The evolution of physical (volumic electrical resistivity, resistance by destructive splicing) and chemical (pH, content in Ca, Mg, Al, Fe, Cl⁻ and SO₄²⁻) properties of concrete subjected to stray currents was also investigated. All obtained data show that the most important cause of degradation is the decrease of alkalinity (pH, Ca, Mg) together with the penetration of Cl⁻. During anodic D.C. polarization and anodic part of A.C. current, the steel corrosion leads to crack and spall the concrete cover. The excess of cathodic polarization is also dangerous.

In situ measurements refer to representative real structures (study cases): (1) underground tunnels of subway; (2) structures exposed simultaneously to the open air and high voltage power lines: pillars from a 110/20 kV transformer station, tunnels of the railway networks, bridges, built with prestressed reinforced concrete, over railway road. Physico-chemical models for subway or open air structures degradation taking into account the concerted actions of natural and electromagnetic perturbations were proposed.

Finally, the thesis presents the design and application of a system for electroprotection of subway tunnels, with diminution of strayed currents generated from both subway trains and tramways, avoiding discharging the current to the neighbor underground pipe (for natural gas transport).